

Efectos de la sombra sobre la roya anaranjada del café (*Hemileia vastatrix*)



El Salvador, April 2013



Jacques Avelino, CIRAD / IICA-PROMECAFE / CATIE

jacques.avelino@cirad.fr

Los efectos de la sombra son controvertidos

La sombra favorece la roya	Staver C. et al., 2001 Avelino J. et al., 2006 Salgado B.G. et al., 2007 López-Bravo et al., 2012
La sombra no tiene efecto	Salgado B.G. et al., 2007
La sombra desfavorece la roya	Soto-Pinto L., 2002 Avelino J. et al., 2006 López-Bravo et al., 2007

Porqué estas controversias ?

Sombra: muchas cosas distintas, especie, cobertura, estratos, arreglo espacial....

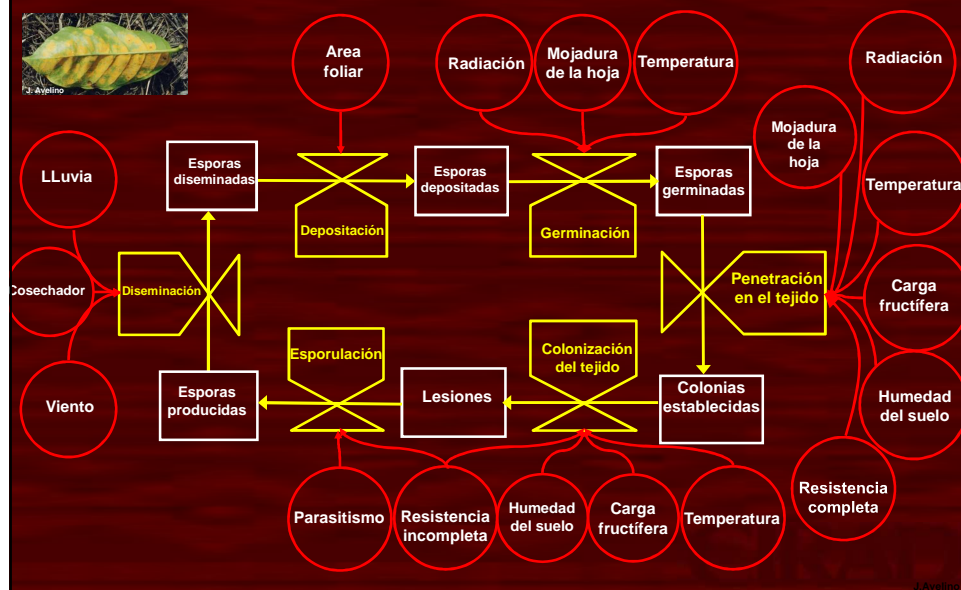


Efectos antagónicos de la sombra sobre diferentes procesos del ciclo de vida del hongo, balance incierto

Interacciones de la sombra con el ambiente




J. Avelino

Ciclo de vida de la roya y algunos de los factores más importantes que lo afectan de acuerdo a la literatura (Avelino et al., 2004)








J. Avelino







Efectos de la sombra sobre factores del hospedero y del ambiente que afectan el ciclo de vida de la roya de acuerdo a la literatura (Avelino *et al.*, 2004)

Factores conocidos por afectar el ciclo de la roya		
LLuvia		
Viento		
Area foliar		
Temperatura		
Rocío		
Radiación		Efectos varios de la sombra sobre la roya
Humedad del suelo		
Carga fructífera		
<i>Lecanicillium lecanii</i>		

Efectos de la sombra sobre factores del hospedero y del ambiente que afectan el ciclo de vida de la roya de acuerdo a la literatura (Avelino *et al.*, 2004)

Factores conocidos por afectar el ciclo de la roya		
LLuvia		
Viento		La sombra protege los cafetos del viento (Jaramillo-Robledo and Gómez-Gómez, 1989)
Area foliar		
Temperatura		
Rocío		
Radiación		
Humedad del suelo		Efectos desfavorables sobre la roya
Carga fructífera		
<i>Lecanicillium lecanii</i>		

Efectos de la sombra sobre factores del hospedero y del ambiente que afectan el ciclo de vida de la roya de acuerdo a la literatura (Avelino et al., 2004)



Factores conocidos por afectar el ciclo de la roya			
LLuvia			
Viento			
Area foliar			
Temperatura			
Rocío			
Radiación			
Humedad del suelo			
Carga fructífera			
<i>Lecanicillium lecanii</i>			

La sombra tiende a reducir el número de hojas por cafeto, pero incrementa su tamaño y la LAI o IAF. La longevidad de las hojas se incrementa (Boyer, 1968 ; Maestri and Barros, 1977 ; Fahl et al., 1994)










Efectos varios sobre la roya

Efectos desfavorables sobre la roya

Efectos favorables sobre la roya

Efectos de la sombra sobre factores del hospedero y del ambiente que afectan el ciclo de vida de la roya de acuerdo a la literatura (Avelino et al., 2004)



Factores conocidos por afectar el ciclo de la roya			
LLuvia			
Viento			
Area foliar			
Temperatura			
Mojadura			
Radiación			
Humedad del suelo			
Carga fructífera			
<i>Lecanicillium lecanii</i>			

Balance difícil de establecer, y dependiendo de las condiciones, un efecto podría dominar más que otro (y vice versa) llevando a resultados opuestos

Efectos varios sobre la roya

Efectos desfavorables sobre la roya

Efectos favorables sobre la roya

Efecto de la sombra sobre la roya a través de la carga fructífera y del microclima

➤ **Principio del estudio** Volver independientes la carga fructífera y el microclima

➤ **Tratamientos**

2 parcelas contiguas
(2 condiciones de luz)

10 cafetos trees por
nivel de carga
fructífera en cada
condición de luz

Carga fructífera
controlada
manualmente

Pleno sol

Erythrina poeppigiana



Sin frutos



150 nudos
fructíferos por
cafeto



250 nudos
fructíferos por
cafeto

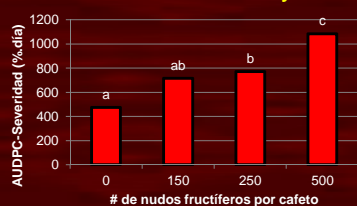


500 nudos
fructíferos por
cafeto

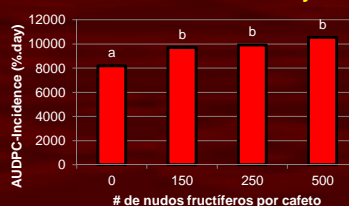
J. Avelino

Efecto de la carga fructífera sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) bajo dos condiciones microclimáticas, bajo sombra y a pleno sol (López-Bravo et al., 2012)

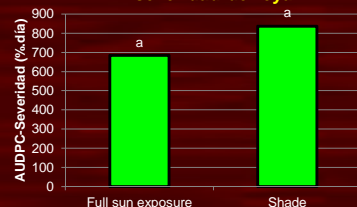
Efecto de la carga fructífera
sobre la severidad de roya



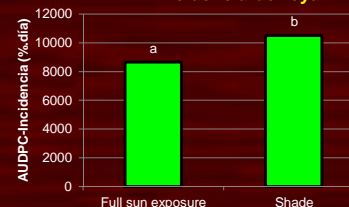
Efecto de la carga fructífera
sobre la incidencia de roya



Efecto de la sombra sobre la
severidad de roya



Efecto de la sombra sobre la
incidencia de roya



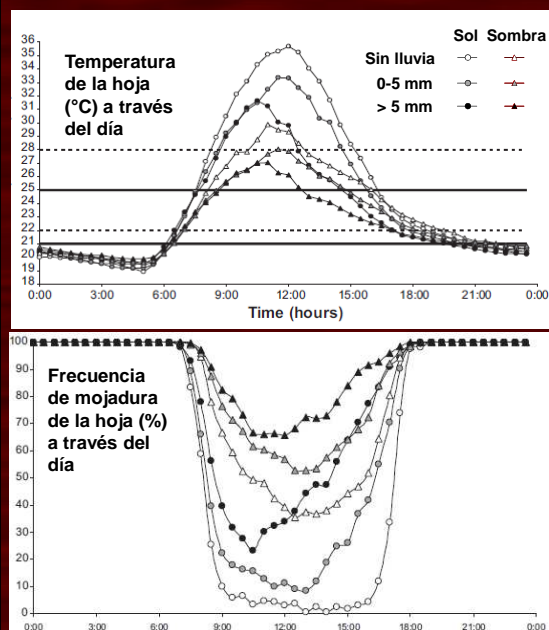
+ carga fructífera ⇒ mayores ataques de roya

+ roya en la parcela bajo sombra cuando se regula la carga

⇒ la sombra regula la roya, porque la producción no alcanza niveles tan altos como al sol

J. Avelino

Efecto de la sombra sobre el microclima



Optimo para la colonización de la hoja

Optimo para la germinación de la espora

Microclima más favorable para la roya bajo sombra (60 %) – excepto por el rocío: no hay rocío bajo sombra

López Bravo et al., 2012 (Turrialba, Costa Rica, 600 m)

J. Avelino

Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya (+ incidencia, severidad, cantidad de esporas producidas)

Dos tratamientos del experimento de sistemas agroforestales de Catie

Sin Sombra manejo Medio Convencional

Sombra Densa manejo Medio Convencional
asociación Cashá y Poró, 60% de sombra

Procedimiento de trapeo



- Periodo : 26 de agosto – 16 diciembre (sigue)
- 2 trampas : Burckard® y Rotorod® (se dejó Rotorod)
- 3 días de captura por semana

Merle, 2014

J. Avelino

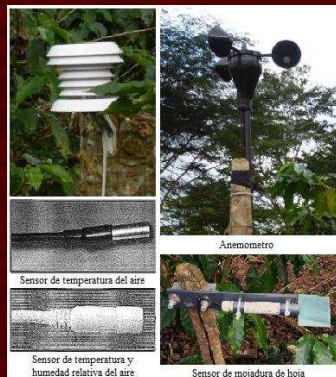
Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya

Datos de clima

Estaciones Hobo (registración cada 15 minutos) :

- 1 anemómetro : velocidad promedio de viento, velocidad de la ráfagas.
- 3 sensores de temperatura
- 1 sensor de temperatura y humedad relativa
- 3 sensores de mojadura de las hojas

Estación CATIE : 1 pluviómetro mecánico
(datos por hora)



Merle, 2014

Variables de interés

Raf : Ráfaga máxima de viento por hora (promedio de las dos estaciones)

HR : Humedad relativa por hora (promedio por estación)

P : Pluviometría por hora → tsl : horas desde la última lluvia

J. Avellano

Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya

Resultados del modelo lineal generalizado mixto para explicar la cantidad de esporas capturadas

	difAIC	P-value
sombra	22,3	8,13 ^{E-9} ***
Pluviometría (P)	0	1
Tiempo sin lluvia (tsl)	0	1
Humedad relativa (HR)	0	1
Velocidad de las ráfagas (Raf)	0	1
sombra : P	10,1	0,00052**
sombra : tsl	132,4	2,2 ^{E-16} ***
sombra : HR	24,7	2,4 ^{E-7} ***
sombra : Raf	-2	0.96
P : tsl	0,2	0.135
P : Raf	24,9	2,13 ^{E-7} ***
tsl : Raf	35	1,17 ^{E-9} ***
HR : Raf	33,2	3,06 ^{E-9} ***

	difAIC	P-value
sombra	68,2	2,2 ^{E-16} ***
sombra : P	90,9	2,2 ^{E-16} ***
sombra : tsl	221,8	2,2 ^{E-16} ***
sombra : HR	59,3	1,8 ^{E-14} ***
P : Raf	27,8	4,7 ^{E-8} ***
tsl : Raf	22,5	7,6 ^{E-6} ***
HR : Raf	111,9	2,2 ^{E-16} ***

Más efectos de las interacciones que de los factores simples

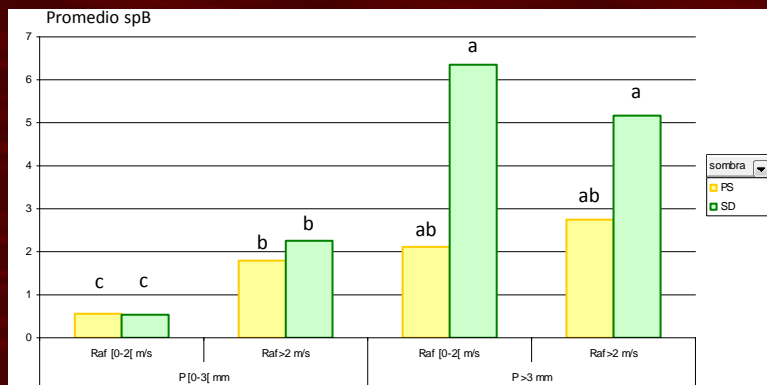
El efecto de la sombra depende de otros factores, especialmente climáticos

Merle, 2014

J. Avellano

Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya

Efectos de las interacciones sombra:P y P:Raf sobre la cantidad de esporas capturadas



Lluvia aumenta más la dispersión en sombra densa (SD) que en pleno sol
SD protege del efecto lavado, lluvia más fuerte y localizada en SD?

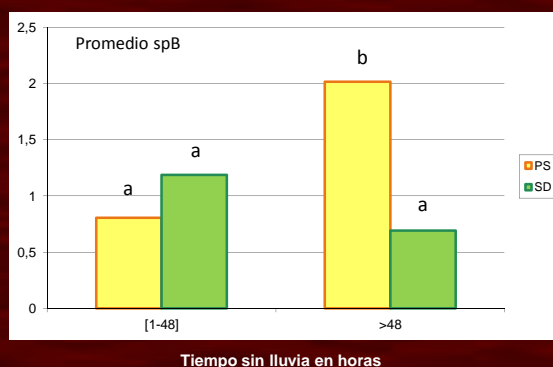
Lluvia neutraliza el efecto de la ráfagas sobre la dispersión

Merle, 2014

J. Avellano

Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya

Efectos de las interacciones sombra:tsl sobre la cantidad de esporas capturadas



Más días seguidos sin lluvia : dispersión aumenta en pleno sol (PS)
Aparentemente no se debe a una producción mayor de uredosporas en PS (primeros resultados de E. Granados)

Isabelle Merle, 2013

CONCLUSIONES

La sombra tiene efectos antagónicos sobre la roya del café: carga fructífera - microclima

La sombra interactúa con el ambiente: ésta limita la dispersión en periodos secos pero incrementa la dispersión en periodos lluviosos (puede depender de la altura de los árboles)

se están estudiando también los efectos de la sombra sobre los procesos de infección, colonización, esporulación de la roya (E. Granados, J. Pico)

No hay respuesta sencilla sobre el manejo adecuado de la sombra para manejar la roya. Este debe ser posiblemente sitio específico y también temporada específica

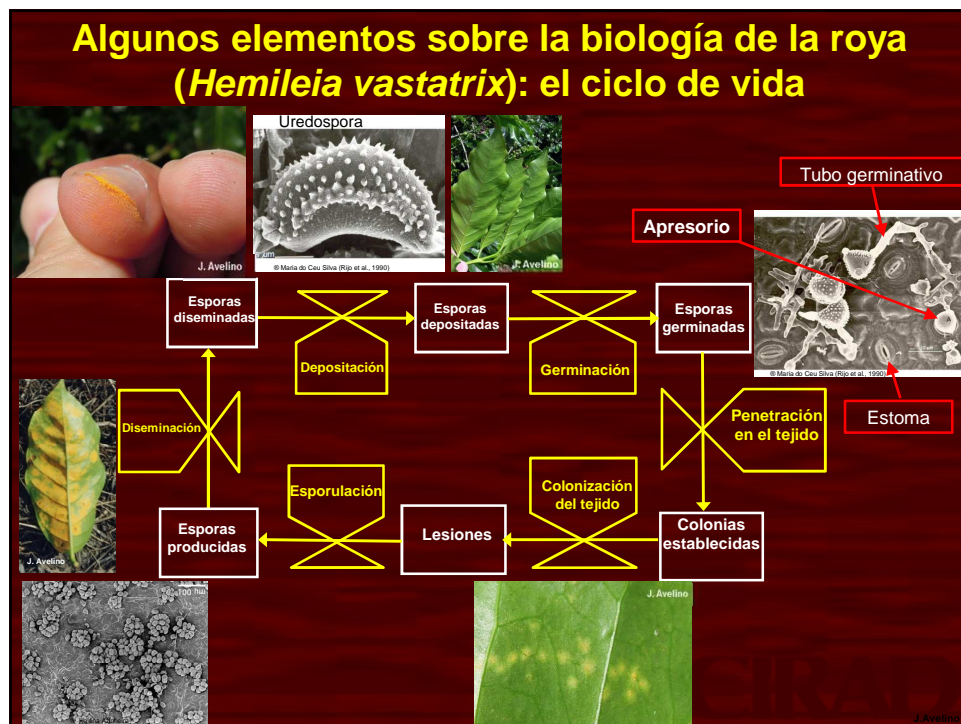
PERSPECTIVAS

Sabemos que la sombra es una opción para enfrentarse al cambio climático y a los eventos extremos:

- La sombra regula las temperaturas, evita especialmente las altas temperaturas (Barradas & Fanjul, 1986; Jaramillo-Robledo & Gómez-Gómez, 1989; Siles *et al.*, 2010; López-Bravo *et al.*, 2012)
- La sombra ayuda a reducir la escorrentía y la pérdida de suelo (Verbist *et al.*, 2010, Gomez-Delgado *et al.*, 2011)
- La sombra regula las variaciones de humedad en el suelo (Morais *et al.*, 2006; Lin, 2007)

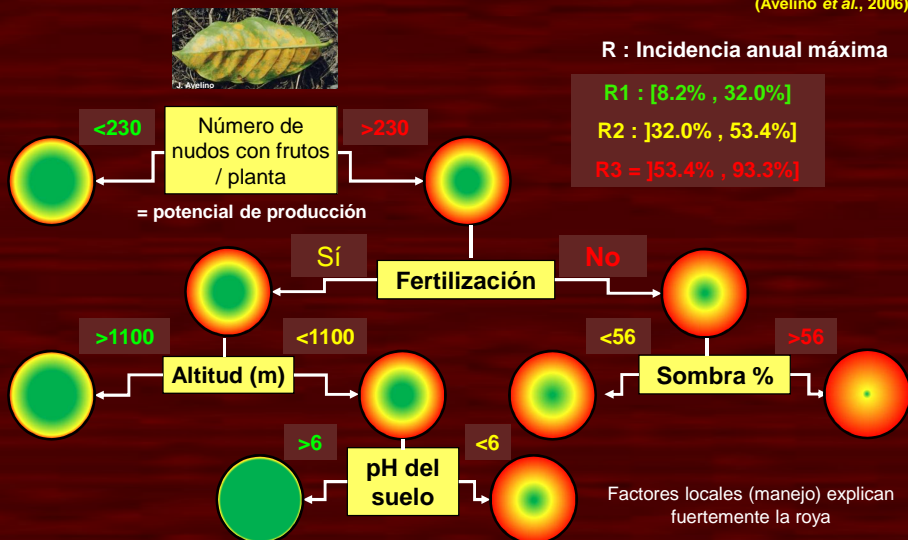
Podría la sombra ayudar a manejar mejor la roya en el contexto del cambio climático ?

- Podría ser, especialmente si el cambio climático se parece a lo que pasó en 2012, con periodos secos en la época de lluvias; la dispersión es favorecida en estas condiciones a pleno sol, pero hay que seguir viendo lo que pasa que los otros procesos de la enfermedad (germinación, colonización, esporulación)

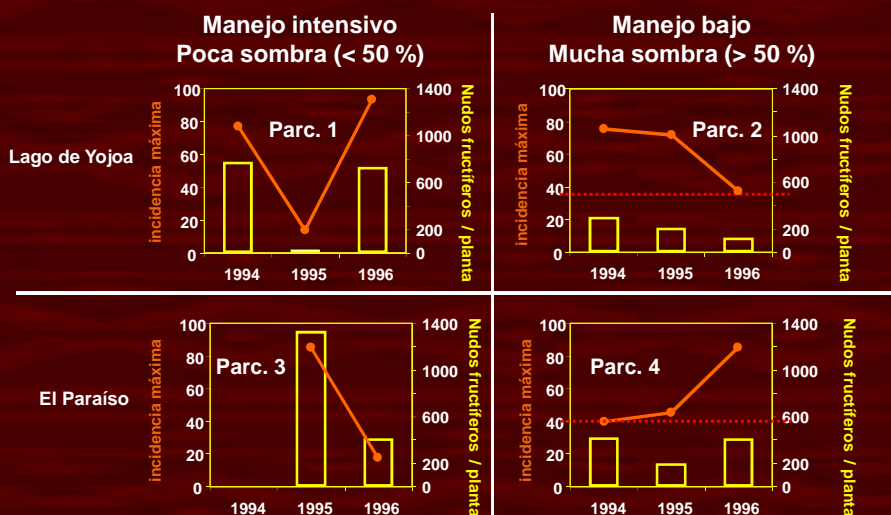


Los factores más importantes que afectan la roya

(Avelino *et al.*, 2006)



Incidenias máximas anuales de roya y su relación con el % de sombra y la carga fructífera (datos de una encuesta conducida en Honduras sobre 73 parcelas; Avelino *et al.*, 2004).



Incidenias más alta bajo sombra cuando las cargas fructíferas son bajas

Pero la incidencia puede ser más alta al sol por las cargas fructíferas altas que se presentan